CAICT 中国信通院

中国 5G 发展和经济社会影响白皮书

（2020 年）

——逆势起飞 开启变革

中国信息通信研究院

2020 年 12 月

版权声明

前 言

中国经济已进入中速增长平台。在国际环境发生重大变化的背景下，要在“十四五”期间持续保持经济平稳增长，必须充分释放前沿数字技术创新对经济社会高质量发展的基础和带动作用。在众多前沿数字技术中，5G 以划时代的技术能力、广泛的应用前景以及对其他技术的带动作用，有望成为启动新一轮技术革命的关键支点。

与世界其他主要国家一样，中国深刻认识 5G 发展的重要意义，在技术产业创新上走在了世界前列。2019 年 6 月，中国颁发 5G 牌照，成为全球第一批进行 5G 商用的国家。尽管 2020 年遭受新冠疫情冲击，中国 5G 产业发展仍逆势上扬。在一年多的商用时间里，网络建设快速推进，手机终端加速渗透，融合应用开始落地，技术产业持续创新，多方面实现“从 0 到 1”的突破，初步展现了其庞大的潜在市场空间和助力经济社会创新发展的巨大潜能。

5G 将正式开启产业互联网变革的新篇章。在本报告研究中，我们深切感受到，5G 正在切实推动 ICT 产业从消费互联网向产业互联网转型。在疫情加速数字化进程的大背景下，一方面 5G 的高知名度提高了产业用户对新一代信息技术的接受程度，吸引产业用户探索与之有关的行业级应用场景，另一方面，电信运营商、设备供应商、云服务供应商等正集结力量，以 5G 为驱动，推动基础设施的重构和变革，探索新的产业互联网产品和服务模式，在此基础上构造全新的产业生态体系。与 4G 产业生态限于移动通信领域不同，5G 产业生态需要促进移动通信产业与传统产业的深度融合。5G 商用的进程不仅仅

是应用的创新进程，还是元器件、终端、网络、平台甚至制度的联动创新进程，其创新的复杂度和难度要远高于 4G，开启的创新空间广度和深度也将远远超过 4G。2020 年，将是一个全新时代的开始。

未来 2-3 年 5G 产业发展将进入关键期。这一时期，既是 5G 应用生态的培育期，也是各厂商积蓄实力、加速转型成长的重要窗口期。产业转型之风已起，需产业界同仁齐心努力。鉴于此，本报告以向社会各界和业界展示 5G 商用发展趋势为核心内容，客观梳理了 5G 商用一周年以来，产业的进展、成绩、经济社会影响及存在的问题，并对未来 2-3 年发展趋势进行研判，希望能为社会各界深入了解 5G 产业发展提供有价值的参考。白皮书仍有很多不足之处，望各界批评指正。

目 录

图 目 录

一、5G逆势增长，商用一年成绩可观

2020年中国5G正式进入规模商用时期。春节期间突发的新冠肺炎疫情使经济发展承压。3月4日，中共中央政治局常务委员会召开会议，要求加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度，5G作为新型基础设施的战略地位进一步凸显。在央地政策的共同支持下，中国5G网络建设在3月份迅速启动，并于10月初提前完成全年建设目标。与此同时，5G用户连接数、手机出货量等均放量大增。最为可贵的是，疫情加速数字化转型进程，在产业界共同努力下，5G创新应用在疫情防控中发挥良好示范，促进经济社会发展效能初步显现，为5G后续发展打下了扎实的基础。

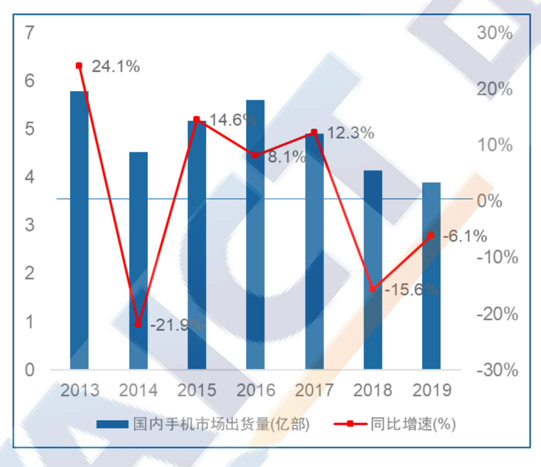
（一）多因素驱动5G逆势增长

尽管新冠肺炎疫情给经济带来了冲击，但中国的5G网络部署和商用进展仍取得良好进展，这是多种因素综合作用的结果：

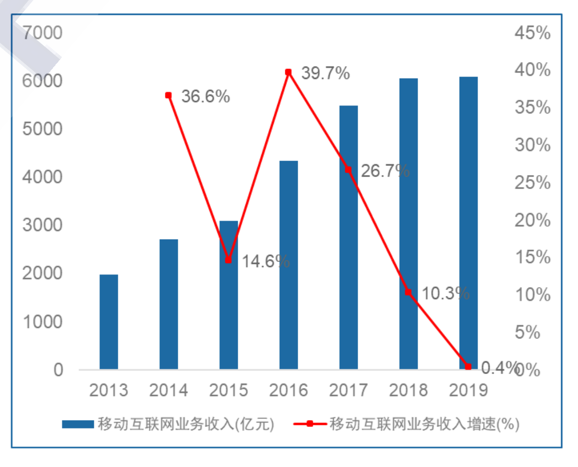
一是中央和地方政策助力。2020年以5G为代表的新基建按下“快进键”。2月以来，中央政治局常委会会议、中共中央政治局会议、中央政治局常务委员会会议等多个会议提出，要加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度。各部委出台多项政策大力推动5G发展。工信部出台《关于推动5G加快发展的通知》，发改委、工信部联合发布《关于组织实施2020年新型基础设施建设工程(宽带网络和5G领域)的通知》，全力推进5G发展。各地政府也积极出台支持政策，截至2020年9月，各省市（区、县）先后共出台5G政策文

件累计 460 多个，积极推进 5G 网络建设、应用示范和产业发展。

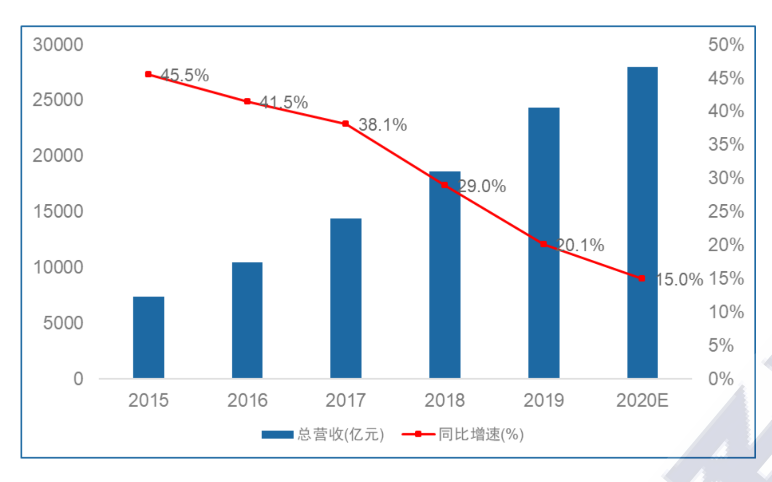
二是企业寻找新增长空间。近年来，随着宏观经济下行压力加大、移动用户增长红利见顶、上网时间触及天花板、面向消费者应用创新空间变小等原因，中国移动互联网发展增速持续放缓。例如，移动手机自 2017 年起，连续 3 年出货量下降。电信业移动数据及互联网业务收入增速自 2018 年起进入个位数区间，2019 年更是降至 0.4%的水平，失去了作为电信业务收入增长引擎的地位。上市互联网企业收入增速从 2014-2016 年高达 40%以上的年增速，下降到了 2019 年的 20.1%。ICT 产业急需借助 5G 新型基础设施，提升移动互联网创新，探索面向产业互联网的新发展模式和商业模式，使产业重新步入增长轨道。



国内手机出货量



电信运营商移动数据及互联网业务收入情况



上市互联网企业营业收入增长情况

数据来源：工业和信息化部，中国信息通信研究院

图 1　近年来中国移动互联网发展增速持续放缓

三是技术产业快速实现商用。5G 是我国移动通信产业数十年创新积累的集中体现。从 1G/2G 时代我国移动通信产业开始起步，到 3G 时代我国初步构筑覆盖系统、终端、芯片、仪器仪表等核心环节的产业链，再到 4G 我国主导的 TD-LTE 国际标准占据全球半壁江山，我国移动通信产业打下了坚实的技术和全产业链基础。借助这一基础，我国 5G 产业只用了一年的时间就实现了从标准冻结到商用产品成熟的过程，基于 R15 标准的基站设备和终端设备等可以快速实现批量上市，为 5G 的大规模商用提供了有利的产业支撑。

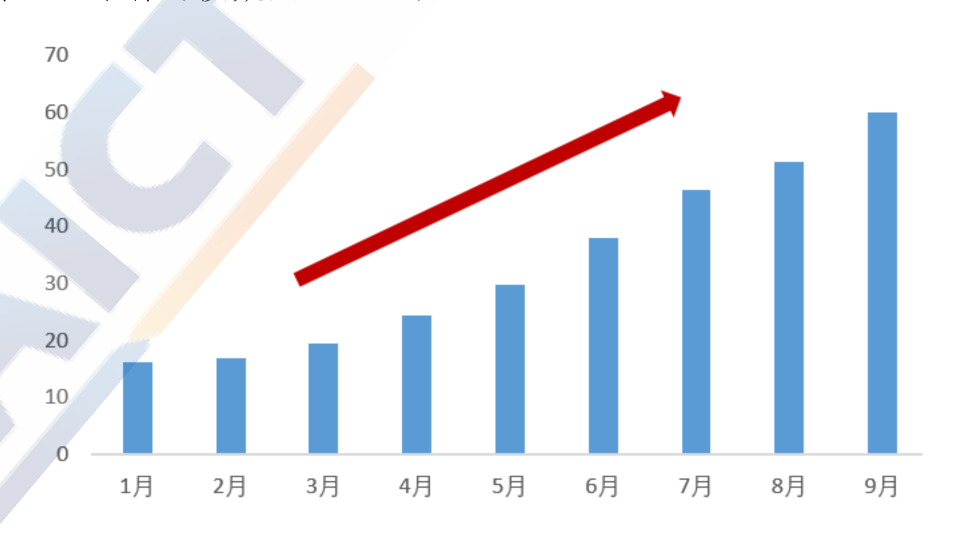
四是数字化转型进程加速。新冠肺炎疫情在给经济社会带来重大负面冲击的同时，也加快了各领域数字化转型的进程，使 5G+多种新兴技术得以更快地融合到千行百业之中。一方面，疫情防控让更多的企业家、管理者认识到数字化的价值和投资的必要性。据清华大学的调查报告显示，企业在疫情结束后有意愿进行数字化转型的企业比例超过 53%，远超过去。另一方面，疫情激发了对 5G 的应用需求。疫

情期间“宅”经济迅速发展，5G+高清视频、5G+远程医疗、5G+智慧防控等应用也极大地提高了防疫效率。疫情激发了公众对更大容量、更快速度信息通信的需求，让 5G 的应用场景变得更加清晰可行。

（二）5G 网络发展初具规模

适度超前的网络是 5G 商用发展的基础。在新冠肺炎疫情得到有效控制之后，电信运营企业迅速启动 5G 建设大规模招标，推进 5G 网络建设，取得了显著的成绩：

一是建成全球最大规模 5G 商用网络。截至 2020 年 10 月，中国已累计建设 5G 基站超 70 万个。全球规模排名第二的韩国，截至 2020 年 8 月底部署了 13.2 万个。5G 网络建设呈现出东部沿海领先于内陆地区、南方领先于北方的特点。广东、江苏、浙江、河南、山东、上海、北京、四川、重庆等省市的 5G 基站建设数量超 2 万个。截至 2020 年 10 月 5G 终端连接数超过 1.8 亿。

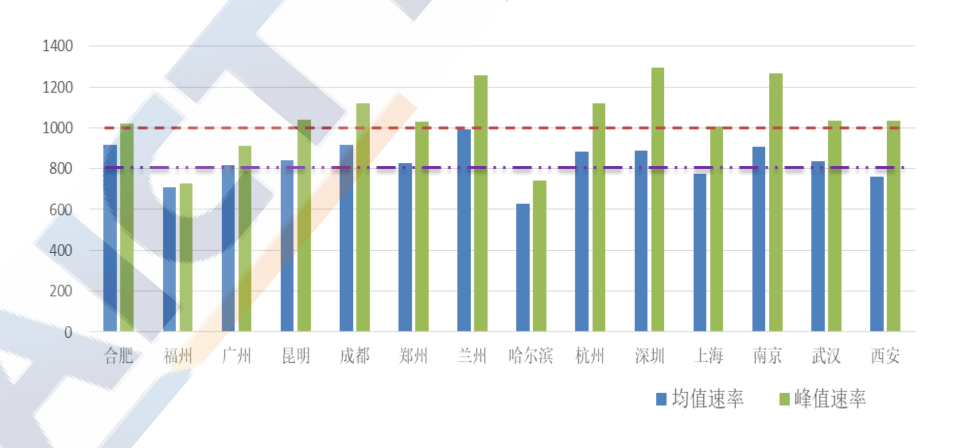


数据来源：工业和信息化部、中国信息通信研究院

图 2　2020 年我国 5G 基站月度建设数量（单位：万个）

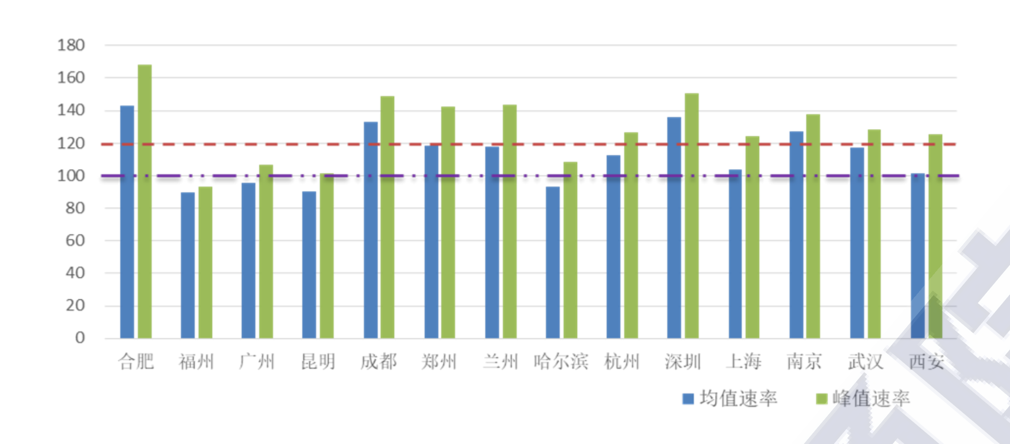
二是独立组网率先实现规模商用。中国电信 11 月 7 日宣布 5G 独立组网（SA）规模商用，将在全国超过 300 个城市规模商用 5G SA。中国移动 11 月 20 日也宣布实现 5G 独立组网（SA）规模商用。中国联通正在加紧从 5G NSA（非独立组网）向 5G SA 过渡。5G SA 为端到端网络切片技术以及面向行业的应用创造了基础条件。

三是网络性能显著提升。与 4G 网络相比，5G 网络的上下行速率明显提升，用户体验获得明显优化。2020 年 8 至 10 月中国信息通信研究院在全国 14 个重点城市开展了移动网络质量专项评测，结果显示，14 个城市中有 10 个城市的下载均值速率超过 800Mbps、上传均值速率超过 100Mbps。10 月 28 日发布的《中国移动 2020 智能硬件质量报告（第一期）》的评测结果也显示，在 5G 网络下直播类（4K 高清直播）、网盘类、社交类、应用市场类应用的用户体验大幅提升。



数据来源：中国信息通信研究院

图 3　14 城市各主要路段 5G 下载速率（单位：Mbps）



数据来源：中国信息通信研究院

图 4　14 城市各主要路段 5G 上传速率（单位：Mbps）

四是虚拟专网探索取得积极进展。5G 行业应用对行业专网具有巨大的需求。行业专网目前形成专用频率专网和虚拟专网两类典型组网模式。其中，虚拟专网是指基于现有 5G 公网构建的，按需实现软硬件隔离，同时向行业用户提供部分网络管理、监测、独立开户等权力的虚拟网络，具有网络覆盖定制化、安全性高、性能精准优化、运维管理自主化、成本经济等优势。我国尚未分配行业专网频段，政府鼓励产业界积极探索 5G 行业虚拟专网。目前全国已建设 5G 虚拟专网约 800 个。

五是共建共享不断深化。中国电信与中国联通签署《5G 网络共建共享框架合作协议书》，历经 1 年双方累计建设开通 5G 基站超 30 万个，初步估算可为两家节省建设投资超 600 亿元。2020 年 5 月 20 日，中国移动与中国广电签订有关 5G 共建共享合作框架协议。伴随着 4 家基础电信企业持续推动共建共享相关工作，我国 5G 网络建设进程开始加快，进而实现 5G 高速网络服务惠及广、覆盖深、时间快、投资少的效果。

（三）5G技术标准持续创新

5G技术标准沿着增强5G技术能力和支撑垂直行业应用两方向持续演进发展，5G增强技术标准、端到端网络切片技术、5G行业虚拟专网技术等取得阶段性进展。

5G R16标准正式发布。3GPP于2020年6月正式发布5G R16标准，相比R15，R16标准的关键性能、应用能力和网络基础能力均显著提升。**关键性能方面**，R16对低时延和高可靠性能进行了增强，实现空口单向时延小于1ms、可靠性达到99.9999%。此外，R16增强了网络数据承载能力，特别是毫米波通信能力，扩展毫米波应用场景。**网络基础能力方面**，R16持续增强R15的若干基础功能，显著提升网络自组织、自动化运营、米级定位等。**应用能力方面**，R16完成后5G场景将扩大到人与物、物与物的连接，特别是低时延高可靠垂直行业的应用，重点支持工业互联网及自动化、车联网、远程驾驶、智能电力分配等应用场景，并通过支持时间敏感网络协议，实现微秒级的时延抖动，为垂直行业应用提供灵活的网络部署模式。R16标准阶段，我国企业共提交无线和网络文稿2.1万余篇，占3GPP总文稿的35%。

端到端网络切片技术完成总体架构。网络切片是5G的关键核心功能，目前虽然3GPP/IETF/ITU-T/ETSI/CCSA等组织都在进行相关标准化工作，但是跨域跨厂商的标准化节奏明显滞后于商用节奏。为此中国通信标准化协会成立了“5G网络端到端切片特殊项目组”，总体规划5G网络端到端切片体系框架，梳理现有相关标准，组织开展共性标准研究和相关测试。目前已完成5G网络切片的端到端总体架构，具体包括端到端架构的总体技术要求、基于切片分组网络承载的端到端切片对接技术要求、基于IP承载的端到端切片对接技术要求

等。同时 IMT-2020（5G）推进组制定了 5G 端到端网络切片测试方法。在上述工作基础上，主要设备厂商完成了同厂家设备子切片的域间拉通测试，目前正在进行异厂家的跨域对接测试，情况进展良好。

行业虚拟专网标准研究持续推进。5G 应用产业方阵成立"5G 行业虚拟专网研究组"，持续推进相关技术研究及标准制定。**在网络架构方面**，从应用场景、地理位置、服务范围等角度，定义了局域虚拟专网和广域虚拟专网两大类，通过分类部署架构助力 5G 核心网网络资源的下沉并保障行业业务安全。**在对外服务能力方面**，已推进面向行业的对外能力服务平台在架构、功能及接口上的标准制定，实现运营商和行业企业对 5G 网络的共同管理。**在轻量级 UPF 方面**，聚焦行业差异化的场景和需求，开展企业轻量级 UPF 的功能及接口标准制定工作，实现 5G 行业虚拟专网网络资源的低成本下沉。**在 5G 与行业局域网融合方面**，已开展 5G LAN 功能、二层网络互联互通、运营支撑等关键技术的探索。

（四）5G 移动产业链逐步成熟

5G 产品市场加快发展。2020 年全球 5G 网络市场规模超过 100 亿美元，基站出货量超过 100 万。我国 5G 基站在全球市场份额保持领先。根据 Omdia 数据，华为、中兴 5G 基站在 2020 年第二季度全球市场份额（按营收）分别达到 49.4%和 18.5%，排名第一和第二。截至 2020 年 10 月中，全球共发布 5G 终端 444 款，根据 SA 数据显示，华为、小米、OPPO、VIVO 在 2020 年一季度全球 5G 手机市场份额分别为 33.3%、12%、10.4%、5%，位列二到五位，市场总份额

超过 60%。

毫米波技术设备和组网测试完成。5G 毫米波是移动通信下一步发展的重点，将成为 5G 中频重要的容量补充和能力提升手段。IMT-2020（5G）推进组统筹规划、分阶段推进 5G 毫米波技术试验，研究了毫米波关键测试技术，协调统一了 200MHz 大载波带宽和下行为主帧结构等主要物理层参数，制定了面向毫米波基站、终端的功能、辐射射频和 OTA 性能的试验规范，构建了完整毫米波测试系统，支撑了毫米波试验，指导产业研发，为毫米波的后续发展奠定了坚实基础。

独立组网产业链主要环节逐步成熟。我国以独立组网为目标构建 5G 网络，积极推动独立组网产业链主要环节成熟。在 5G 技术研发试验以及运营商 5G 试验推动下，在系统设备方面，华为、中兴、爱立信、大唐、上海诺基亚贝尔等系统设备厂商相继推出了支持独立组网模式的 5G 基站设备及核心网产品，并在运营商组织下，深入开展核心网网元间的互操作测试，并已经取得了积极进展。在芯片方面，华为海思、高通、联发科、三星也都推出了支持独立组网和非独立组网的手机芯片。

（五）5G 应用发展进入导入期

1、消费级应用仍以增强体验为主

尽管网络建设和用户数发展迅速，但 5G 网络仍处于规模覆盖初期，用户渗透率刚刚超过 10%。5G 消费级应用仍处于导入初期，创新型应用尚在培育，业务仍以增强 4G 业务应用体验为主，各方都在

积极探索基于增强移动宽带的视频类应用。

电信运营商积极推进 5G+视频娱乐类应用。为掌握发展主动权，电信运营商借助 5G 特性，推出包括 5G+4K 高清视频、5G+VR/AR、5G 云游戏等特色业务，率先为移动用户提供比 4G 更好的视觉娱乐体验。如中国移动成立咪咕平台，已覆盖影视、音乐、演艺、游戏等多个领域，通过全产品、全渠道、全数据、全 IP 四大全场景营销，打造多元化沉浸式体验新生态。中国电信已推出“天翼云 AR”产品，持续推广“5G+权益+应用”的 5G 会员服务模式，并与韩国 LG U+签订协议，引入海外 VR 优质内容和先进制作经验。中国联通提出要以 5G 新平台开创数字生活新天地，提供“5G+IPTV+VR”多屏联播功能。

互联网公司开展消费级应用布局。爱奇艺提出“全产品矩阵”策略，加速推进 VR 应用，强化 VR+多种内容生态的方式，通过多产品品牌矩阵深入娱乐多领域。腾讯推出腾讯先游、START、腾讯即玩三大云游戏平台，最新发布了“互动云游戏”解决方案和全新升级的游戏服务器引擎 GSE。网易与华为达成合作，正式上线网易云游戏平台，共同推进 5G 云游戏进步。虎牙积极开发基于 5G 的 4K/8K 高清直播和 AR/VR 直播项目，VR 演播室已建成投入使用，5G+8K 直播开始特定线路测试。互联网公司普遍认同 5G 将给游戏、直播、视频等内容产业带来革命性的影响，并积极进行前瞻性布局。

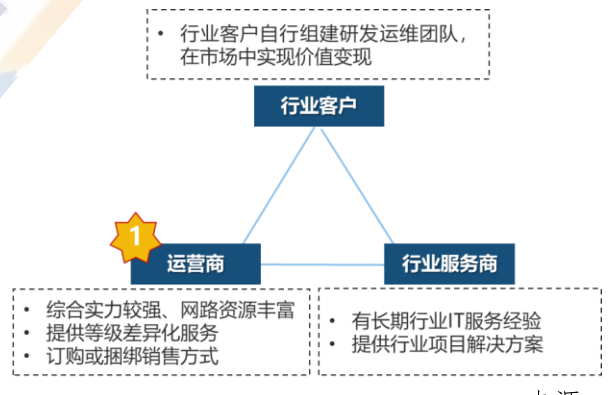
文化产业受 5G 商用引领，积极探索发展形态转变。现代博物馆、艺术馆都利用基于 5G 的虚拟现实等技术应用强化用户体验，使展览具有互动性。例如，故宫借助 VR、AR 等技术，将现代文明成果和古

代灿烂文化大胆融合，探索出一条“VR+文创”的新型传播路径

2、行业级应用开始从 0 到 1 的试点

行业级应用开始落地商用。经过三年的培育，中国 5G 融合应用迈过创意阶段进入落地阶段。根据第三届“绽放杯”大赛参赛项目数据，超过 3 成、近 1300 个参赛项目有了较为成熟的解决方案，开始进入示范和商用落地阶段。中国移动也宣布，2020 年其 5G 落地 100 个集团级龙头示范项目，拓展 2000 个省级区域特色项目，并聚焦 15 个细分行业签约超过 1000 个项目。

在多个领域形成有望规模商用的应用场景，商业模式初步构建。5G 行业应用在多个领域展开探索，目前已在工厂、矿山、港口、医疗、电网、交通、安防、教育、文旅及智慧城市等 10 个领域，逐步获得业界认可，并初步形成有望规模商用的应用场景。各行业的应用需求逐渐聚焦到直播与监控、智能识别、远程控制、精准定位、沉浸式体验和泛在物联等 6 大通用能力上。5G 商业合作形式初步形成以运营商、行业服务商、行业客户为主导的三种商业合作模式，运营商牵头主导是主流，但行业服务商和行业客户主导案例也在增加。



来源：中国信息通信研究院

图 5　5G 商业合作模式

社会各行业加大对 5G 行业应用的重视力度。一方面，多个行业将 5G 纳入其信息化指导意见或推进相关行业标准。如安标国家矿用产品安全标志中心发布《煤矿 5G 通信系统安全技术要求（试行）》和《煤矿 5G 通信系统安全标志管理方案（试行）》。交通运输部发布《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》，提出要发展 5G 技术等协同应用。另一方面，行业龙头企业加大投入，主动将其数字化进程与 5G 融合发展相结合。如招商局联合十家行业领先企业建立 5G 智慧港口创新实验室，构建 5G 智慧港口生态圈。联塑集团构建 5G+智能制造方案，实现管道建材制造业 5G 应用标杆。焦煤集团通过 5G 挖机钻机远程控制、无人驾驶、无人测绘以及工程机械协同作业，推动生产过程向智能化转型。行业龙头企业对 5G 应用的认可，有望加快 5G 应用在全行业的复制和推广。

二、5G 引领创新，经济社会影响潜力初现

移动通信网络建设符合产品生命周期曲线规律。对应产品生命周期曲线（S 曲线），移动通信每代技术的网络建设可分为导入期、规模建设期、完善期和退网期。网络建设是用户和应用发展的基础，网络建设的发展周期先行于用户和应用的发展周期。目前我国 5G 网络处于规模建设的初期，这一阶段网络尚未完善，用户有一定增长，但应用刚刚起步，5G 商用对经济社会的影响主要体现在投资拉动和终端消费牵引上。已起步的应用尽管展现出巨大的影响潜力，但充分发挥潜力仍需克服诸多挑战。

（一）推动 ICT 产业步入增长新轨道

1、5G 掀起新一轮移动通信网络投资浪潮

5G 商用带动运营商进入移动通信网络投资新周期。运营商资本支出在上一轮 4G 网络集中建设阶段保持高速增长，于 2015 年达到峰值，此后持续下降。2019 年我国发放 5G 商用牌照，移动通信网络投资进入新一轮周期。2020 年虽然新冠疫情给网络建设带来一定冲击，但也使消费者的网络需求大大增加，在国家"新基建"战略推动下 5G 网络部署继续加强，预计 2020 年三大运营商 5G 相关网络投资将超过 2100 亿元，占总资本开支的比重将近 53%。

2、5G 推动新型基础设施持续创新

5G 开启万物互联新时代，革命性地提升了设备接入和信息传输的能力，推动了边缘流量特别是行业流量的爆发式增长。对海量数据的存储、处理、计算和分析需求，提升了企业对数据中心、云计算、人工智能等新型基础设施的投资需求。2020 年在新基建政策和 5G 商用的刺激下，电信运营商、主要互联网巨头、ICT 设备厂商、第三方数据中心提供商等厂商纷纷加码云计算、数据中心和人工智能等基础设施投资。

5G 商用带动云计算和数据中心投资进入新热潮。运营商方面，中国移动积极推动云网、云智、云边、云数结合，布局网络云资源池。中国电信正形成"2+4+31+X"的云网融合资源，从基地、区域、省到边缘节点多层次建设和管理。中国联通构建"5+N+1"创新业务能力

体系，打造“云大智物安”创新平台。**互联网企业巨头方面，**阿里宣布未来三年投资 2000 亿元，用于云操作系统、服务器、芯片、网络等重大核心技术研发攻坚和面向未来的数据中心建设。腾讯宣布未来五年将投入 5000 亿元布局新基建，重点部署云计算、区块链、服务器、超算中心、大型数据中心等方面。百度预计 2030 年打造的智能云服务器将超过 500 万台。**第三方数据中心提供商**也加紧 IDC 方面投资，其中万国数据 2020 年资本开支预计将达到 75 亿元，相比 2019 年增长 50%；世纪互联 2020 年将达 24-28 亿元，相比 2019 年翻倍。预计企业 2020 年对云和数据中心的投资约 1800 亿元，2021-2025 年将近 2 万亿元。

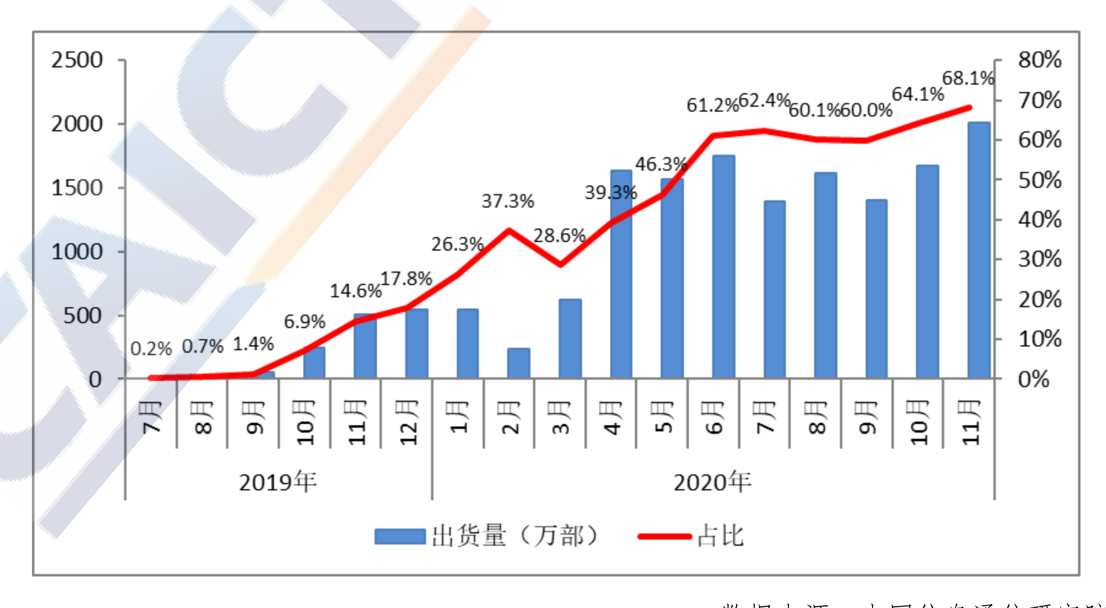
5G 带动人工智能基础设施建设探索推进。各大公司加速对人工智能基础设施的探索，以为支持产业智能化升级提供有力支撑。例如，百度升级建设软硬一体 AI 新型基础设施——“百度大脑 6.0”，2020 年开放 270 多项 AI 能力，通过定制系列场景，推进各行业应用自主可控的开源深度学习平台。小米构建的人工智能开放平台，以智能家居需求场景为出发点，有望为用户、软硬件厂商和个人开发者提供智能场景及软硬件生态服务。华为发布智能体，以 AI 为核心，通过云网边端协同，构建开放、立体感知、全域系统、精确判断和持续进化的智能系统，希望能为城市治理、企业生产、居民生活带来全场景智慧体验。

3、推动用户信息消费转型升级

5G 推动用户流量消费增长。数据显示，5G 用户的流量消费明显

高于其他移动用户。以中国电信为例，2020 年上半年其 5G 用户 DOU 值 14.1G，比行业平均值 10.1G 高出近 40%。截至 2020 年 6 月，运营商移动数据及互联网业务收入 APRU 为 40.7 元，较 2019 年底提升 6%。2020 年三家运营商总体业绩稳中有升，且移动通信业务 ARPU 止跌转增，增量不增收现象有所缓和。究其原因，除运营商调整经营策略减少低价值客户外，5G 功不可没。受益于 5G 商用进程的不断推进，高价值用户数量逐步增加，推动运营商价值经营战略初显成效。

5G手机终端大规模出货。2020年1-11月我国国内手机市场总体出货量累计2.81亿部，其中5G手机出货量1.44亿部，占比达51.4%。5G手机市场占有率不断提升，从月度数据看，从6月份开始5G手机单月出货占比超过六成，后续也一直维持较高比率。5G手机款式不断丰富，目前我国共有217款5G手机获得进网许可。5G手机价格逐步走低，最低价位已降至千元以内。预计到2020年底，中国5G网络终端连接数将达到2亿，消费级市场稳步推进。



数据来源：中国信息通信研究院

图 6　国内 5G 手机出货量及占比

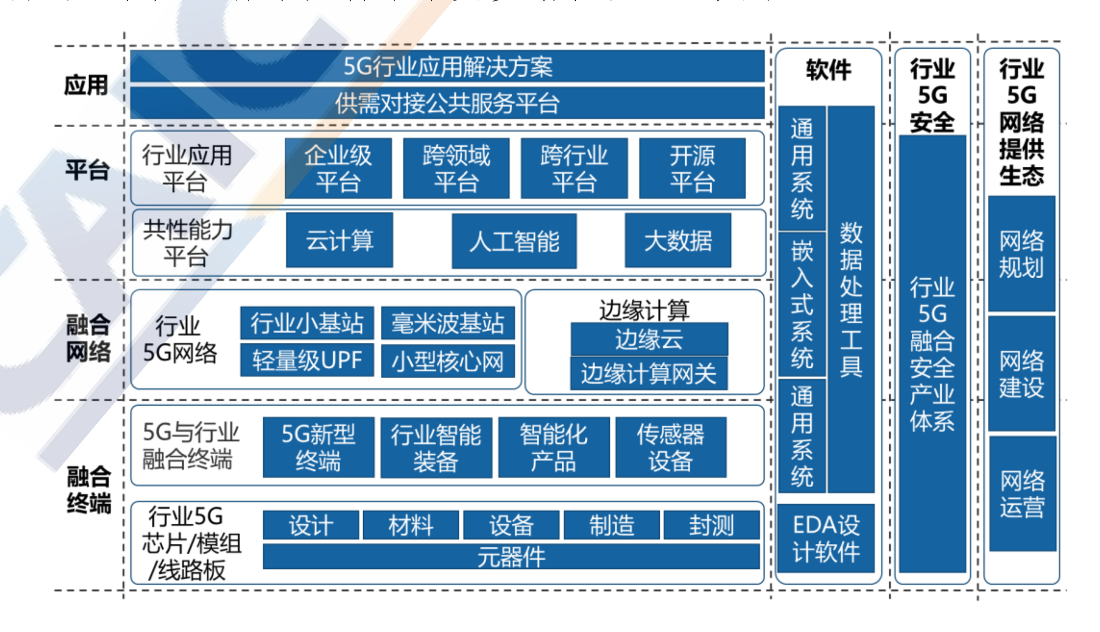
用户对新消费类终端关注度不断增加。德勤和《通信世界》对中国移动消费者的调研结果显示，目前用户使用最多的 5G 消费类终端仍以手机为主，但用户对新消费类终端的关注集中在娱乐、社交等个人和家庭消费终端上，特别是各类智能可穿戴电子设备和智能物联产品。用户越来越愿意将智能可穿戴设备作为智能手机功能的补充。在智能娱乐领域，流媒体内容的智能电视受到越来越多用户的青睐。基于 5G 能力的 VR/AR/MR 智能头显设备可给用户带来足不出户的旅游和娱乐体验，也将吸引更多年轻用户。

（二）打开经济社会创新发展新空间

与 4G 不同，5G 最大的应用价值是在产业互联网。5G 与各行各业的广泛融合，正在为经济社会的创新发展打开一个广阔空间。

1、有望形成新的融合应用产业支撑体系

5G 在产业互联网的应用将形成融合交叉更深入、生态耦合更紧密的融合产业体系，将带来更多增长机会。其中：



来源：中国信息通信研究院

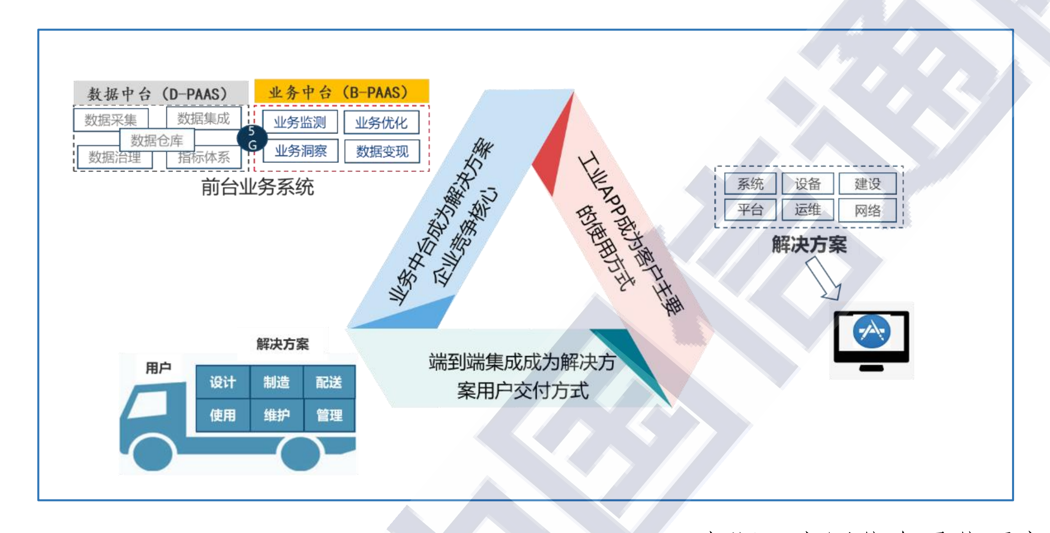
图 7　5G 融合应用产业支撑体系

5G 新型行业终端和模组迎来发展机遇。5G 行业终端模组已成为 5G 赋能行业数字化转型的关键领域。一方面，5G 与行业应用深度融合催生多形态的泛智能终端，以 AR/VR、机器人、无人机、摄像头、无人配送车等为代表的 5G 新型终端将重构以智能手机为主的传统移动终端市场。如 2019 年我国仓储 AGV 小车出货量 1.8 万台。另一方面，5G 行业模组市场将随 5G 行业终端市场的增加呈现井喷式增长，低成本芯片/模组的研发具有向行业物联领域渗透及规模应用的趋势。据 ABI Research 数据，2023 年全球物联网蜂窝通信模组出货量将增长到 12.50 亿片，并在 2024 年超过 4G 模组。

5G MEC 价值凸显但生态体系有待完善。边缘计算（MEC）已成为 5G 的关键技术，具有广阔市场。在第三届"绽放杯"5G 应用征集大赛中 5G 与 MEC 融合的项目比例达到 43%，受到行业广泛关注。在技术方面，"核心网用户面+边缘计算平台"（UPF+MEP）下沉的网络部署方案成为行业应用的重要模式，为了满足行业企业业务安全保障、性能优化及自主运维的需求，MEC 的部署成为关键。在产业方面，多主体推动 5G MEC 发展，运营商等基于 5G 连接的计算能力提升与传统 IT 企业等基于云端边缘化下沉的模式探索较为领先，然而完善的产业生态有待成熟。

5G 行业应用解决方案成为融合应用发展的重要环节。在第三届"绽放杯"大赛中解决方案企业参与申报项目数达到 900 个，是 2019 年数量的 4.5 倍。业务中台、端到端集成及专业 APP 等 3 方面成为解

决方案企业关注热点。5G 与行业融合进一步提升数据量和传输实时性，承接业务监测、优化等任务的业务中台成为了关键领域。为了满足行业便捷使用 5G 网络的需求，融合设计、制造、配送、管理、维护等环节的端到端解决方案将具有竞争力。此外，对于行业用户，可视化、高性能的专业 APP 成为提升服务效果的关键环节。



来源：中国信息通信研究院

图 8 5G 行业应用解决方案

2、为其他行业生产方式变革提供新途径

随着融合应用的演进，5G 赋能千行百业的经济价值逐步体现：

一是 5G 为生产和管理数据的有效集成提供关键技术支撑。数据的有效采集是各行业数字化、网络化、智能化进程的起点。5G 的低时延、大带宽特点能够有效满足海量数据的实时回传要求，实现生产和服务数据的群采群发，并结合大数据、人工智能等技术实现不同结构数据的标准化转换、处理、计算和识别。如沪东（中华）造船集团公司采用基于 5G 的焊机联网管控系统，实现焊机参数在线诊断，有效提升采样频率、降低报修率和等工时间；浙江宁波海曙区将 5G 技

术应用于无人船水利资源管理，构建船只系统和 AI 云平台，实现多船同步操控，有效提升水域巡查频次、水质检测效率和应急响应速率。

二是 5G 帮助实现低成本的远程操控。传统生产制造一般需要工人现场作业，相当一部分工厂存在生产环境恶劣、安全保障不足的问题。5G 网络具有高传输速率和高可靠性能，能够在保障安全性的同时降低远程控制设备的安装、调试和维护成本。目前，智慧矿山和港口场景中已经采用 5G 技术实现远程操控的优化。例如，深圳妈湾港结合 5G 独立组网网络以及港口的生产场景，研发了岸桥吊 5G 远程控制、5G 无人机、5G 无人集卡等 5G 移动应用，有效提升配载效率，并减少现场作业安全隐患，增强安全保障。未来预计基于 5G 的远程操控还可以在仓储运输、无人配送、智能巡检等场合发挥更多的作用。

三是 5G 助力实现生产的高精度实时检测。传统人工检测存在劳动强大、人为误差多、检测精度低等问题，4G 网络下的生产检测图像传输和分析时间长、精度不够。5G 满足多路超高清视频灵活接入的需求，可结合机器视觉技术用于产品检测和自动化生产线，进行在线监测、实时分析和实时控制。例如，杭州汽轮集团运用 5G 三维扫描建模检测系统，将零件立体扫描数据实时传输到云端服务器，判断产品的误差率并及时反馈到生产现场。从市场实践看，工厂对机器视觉具有迫切需求，这将是 5G 赋能智慧工厂率先落地的应用场景之一。

四是 5G 技术提升生产线柔性化能力。随着市场差异化程度不断提高，满足“多样化、小规模、周期可控”的柔性化生产成为迫切需求。一方面，5G 网络使生产设备通过云端平台实现无线连接，进行

功能的快速更新拓展，以及自由拆分、移动和组合，提高生产线的灵活部署能力。另一方面，5G网络通过支持制造企业根据不同业务场景更灵活地编排网络架构，按需打造专属的传输网络，为不同的生产环节提供适合的控制功能和性能保证。如浙江汉帛国际与富士康联手推出“哈勃云5G+服装柔性制造”项目，在现有生产设备基础上，加装可直接分析设备动作的装置，并形成工业互联，既加快库存周转率，又降低服装制造调整成本和公司资金风险，实现了生产线的柔性化能力。

3、为社会治理和公共服务方式变革提供新可能

5G商用为社会治理精细化精准化提供新模式。5G通过与物联网、人工智能、大数据等技术融合，推动社会治理方式从经验驱动转向数据驱动、决策过程从事后解决转向事先预测，为社会治理精细化、智慧化发展带来新机遇。目前5G已在城市智能感知、城市运行管理、社区管理等领域率先应用。**在城市智能感知方面，**基于5G的智慧城管系统能连接更多设备，采集的城市海量数据将大幅提升城市管理能力。**在城市运行管理方面，**实现对“人、地、事、物、情、组织”等城市运行态势的量化分析、预判预警和直观呈现，为城市管理提供“一站式”决策支持。例如，青岛利用5G+无人机实现应急处理、森林防火、交通指挥、重大活动保障、市容环境监控、河道汛期巡检等远程巡查，指挥中心获取重要的作业数据，辅助管理者调度指挥，帮助城市管理从静态转向动态。**在社区管理方面，**助力实现社区智能出入、可疑人迹追踪、智能井盖防移动、电动车防盗等功能。

5G 商用为创新民生服务供给开辟新途径。5G 将深刻改变人们生活方式，以其海量连接能力与交通、医疗、教育、娱乐等行业融合，推动新型智慧民生领域的应用发展，为人们在工作、生活、交通等方面提供便利，不断提升人民生活获得感和幸福感。医疗领域，新冠疫情期间，5G+4K 疑似病患救护车的应用实现了移动工作场景视频化、生理体征数据化、指令传达即时化，通过转运过程中的不间断体征监测和远程诊断，提高了收治的效率和效果。教育领域，5G 远程教学打破了时空限制，实现了不同地区的老师、学生聚集在同一个虚拟课堂中，使优质的教学资源远距离传输到网络可达的任何地方。娱乐领域，5G 为用户提供 4k/8K 超高清视频、VR/AR、全息业务等高度沉浸、强交互、更加极致的“身临其境”式体验。

（三）推动就业结构调整升级

近年来，尽管中国实现了比较充分的就业，但“招工难”与“就业难”的结构性就业矛盾更加凸显，企业难以招聘到技能人才和一线普通工人，和高校毕业生、农民工新生代等新成长青年群体存在就业难题的现象同时并存。5G 作为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施，将不可避免地对中国就业结构的调整和升级产生深刻影响。

首先，5G 催生新的就业岗位。5G 基础设施建设和上下游产业链的发展催生了许多新型工作岗位，如 5G 无线网络优化工程师、5G 测试工程师、5G 安全工程师等。猎聘网《2020 新基建中高端人才市场就业吸引力报告》指出，疫情期间，在社会经济下行压力较大的情况

下，5G 领域就业仍增长迅速，1-4 月 5G 领域相关在线职位同比增长 73%。同时，5G 技术在各领域的广泛应用，将促使新产业新业态蓬勃发展，诞生众多新型就业岗位，显著拓展就业空间。例如，在 VR 领域，将诞生 VR 摄影师、VR 导演、VR 游戏体验师等；在交通领域，将诞生自动驾驶工程师、无人车导航定位算法工程师、高精地图开发工程师等。经测算，预计 2020 年 5G 将直接创造约 57 万个就业岗位。

其次，5G 推动我国劳动力市场从低技术岗位向高技术岗位转移。一方面，5G 技术促进人工智能、自动化在社会领域的应用，使得技术含量较低的重复性、流程性工作岗位被替代。例如中国平煤神马集团应用智能化综采设备、巡检机器人等 5G 设备，使得现场的工作人员大幅度减少，与同等条件的非智能化综采工作面相比，综采队由 160 人减少至 60 人，生产单班由 15 人减至 6 人。另一方面，5G 技术的发展对中高端技术岗位的人才需求也在不断加大。5G、大数据、人工智能的融合，对于如 Java 开发工程师、软件工程师、系统架构设计师等通用型中高端人才的需求进一步加大。未来，5G 助推我国产业加速向中高端迈进，自动化应用步伐进一步加快，岗位结构发生深刻变化，部分劳动者不可避免要面临下岗失业的阵痛。

再次，5G 对我国就业质量的提高将产生积极影响。对于传统工厂招工难问题，可运用 5G、工业互联网等技术提升工业自动化、智能化水平，在改善就业环境的同时提升劳动附加值。一方面，5G 技术应用改善工作环境，提高了工人的工作意愿。在智慧港口上，通过用 5G 无线网络的远程控制替代传统有线控制，实现作业现场的无人

化操作，改善了工人的作业环境。另一方面，5G 自动化设备应用提高了工作效率和工作质量，带动劳动价值的提高。2019 年杭州供电公司研发使用了 5G 智能化电缆隧道巡检技术，技术人员依托巡检机器人及其智慧化巡检系统大大提高了工作效率，人均可运维线路长度增长 70%，应急响应速度提升 80%，年均故障率下降了 73%。

（四）释放增长潜力仍面临诸多挑战

5G 商用一年来经济社会影响潜力初步释放，**预计 2020 年 5G 将直接带动经济总产出 8109 亿元**，直接带动经济增加值 1897 亿元，间接带动总产出约 2.1 万亿元，间接带动经济增加值约 7606 亿元。但从产出结构看，5G 网络投资带来的设备制造商收入和来自用户的终端设备支出成为 5G 直接经济产出的主要来源，两部分占直接经济总产出的 76%。尽管 5G 的应用消费和行业的 5G 投资将构成巨大的蓝海，但现阶段其规模仍然较小。从目前发展情况看，面向进一步促进信息消费、满足行业应用需求，5G 发展仍面临多方面挑战：

一是 5G 网络覆盖尚未实现全国广覆盖。5G 网络仍在建设初期，尽管我国已经建设了 70 万 5G 基站，但仍未达到广覆盖、深覆盖的水平，很多面向普通消费者、2B2C 的应用以及在较广区域开展的行业应用，如无人配送外卖、智慧城市管理、生态环境监测、5G 流动医院等，仍然需要广覆盖的 5G 网络支撑。当然这是一个发展中的问题，随着后续网络建设规模推进将得到有效解决。

二是 5G 支撑行业应用的技术成熟度还有待提升。首先，5G 技术仍需演化发展，现有的 R15 版本尚不能满足行业应用的需求。当前大

规模 5G 商用网络主要面向大带宽业务，支持低时延高可靠的 5G R16 标准版本还需 1-2 年才能实现商用；网络切片和边缘计算预计 1-2 年才能具备大规模部署能力；5G 基站耗电量过大，需进一步优化。其次，在实践中单一 5G 技术不能包打天下，仍需针对不同的应用场景探索对 5G 技术的优化。例如，面向 AR/VR、超高清视频机器视觉上行带宽不足，需开展上行带宽增强研究；面向车联网在矿山、港口等行业应用网络时延及可靠性需求，需开展 5G 网络切片、MEC 等关键技术的行业化标准制定研究等。与 4G 相比，5G 的服务对象、应用场景等发生了质的变迁，必须在商用实践中不断探索 5G 技术的优化升级。

三是 5G 应用配套支撑产业仍处于培育初期。首先，5G 行业芯片和模组的高价格制约了 5G 行业终端的丰富性。5G 模组目前仍在千元，要降低模组价格必须扩大规模，而现阶段 5G 行业终端仍面临行业市场碎片化、单一市场规模不足的难题，短期内无法降低到多数行业能够接受的水平。同时，行业对芯片和模组需求多样，而当前芯片多为大带宽的单一类型，进行芯片的重新设计研发投入大，市场前景不明，芯片企业动力不足。其次，与 5G 相关的应用产业仍不成熟，VR/AR、8K 等产业在内容制作、终端产品价格等方面，仍然处于商用早期，无法支撑典型 5G 应用的规模发展。最后，5G 需要与人工智能、大数据等新一代 ICT 技术进行深度融合，但目前的解决方案仍需要不断适配，在算法、算力和连接力等方面进行均衡。

四是跨行业产业生态尚未建立。5G 融合应用涉及行业众多，各

行业专业性强，行业领域与信息通信领域尚未建立深度合作的交流和对接平台，跨行业合作存在一定的困难。5G 融合应用还没有形成稳定的产业生态，目前的合作模式以运营商牵头为主，迫切需要各方协同合作，特别是实力较强龙头企业积极发挥牵头作用。5G 跨行业融合应用标准缺少有影响力的行业牵头方推动，已经在推动的 5G 融合应用标准也面临行业标准制定流程较慢等问题。5G 应用产品入市检测及获证周期较长。如工业环境存在高温、高湿、多尘、电磁环境复杂等情况，5G 终端、网络设备的相关指标要符合相关工业级国家标准，医疗行业相关设备需要满足行业现有安全标准要求。

三、未来 2-3 年 5G 发展阶段判断和发展趋势分析

（一） 未来 2-3 年 5G 步入发展关键期

对于我国 5G 应用尚未爆发、发展仍面临诸多挑战的问题，我们需要客观认识。必须意识到，这是 5G 商用发展初期面临的必然问题。与 3G/4G 相比，我国 5G 发展时间节奏有两点特殊性：**一是我国较早实现 5G 商用。**我国在 5G 标准完成后一年就开始商用，在全球属于第一梯队。引领全球 5G 发展，必然带来初期阶段技术与应用的不匹配、应用支撑产业生态不成熟等诸多挑战。而我国 3G/4G 牌照发放时间远落后于先进国家，3G、4G 商用前终端、应用产业生态等已较为成熟。**二是 5G 将拓展行业应用，产业生态与模式需要更长时间的培育与探索。**4G 拓展的是消费互联网市场，面对的是普通个人用户，应用的业务逻辑简单、实现技术难度低且规模复制性强，因此容易聚

集应用开发者并很快实现规模增长。但5G发展的关键在于拓展产业互联网市场。行业应用的成熟，既有赖于网络能力、终端和系统产品的成熟，更与行业信息化水平、商用模式等诸多因素有关，要求更高更为复杂，需要多产业环节协同，与消费级应用相比需要进行更长时间的探索。

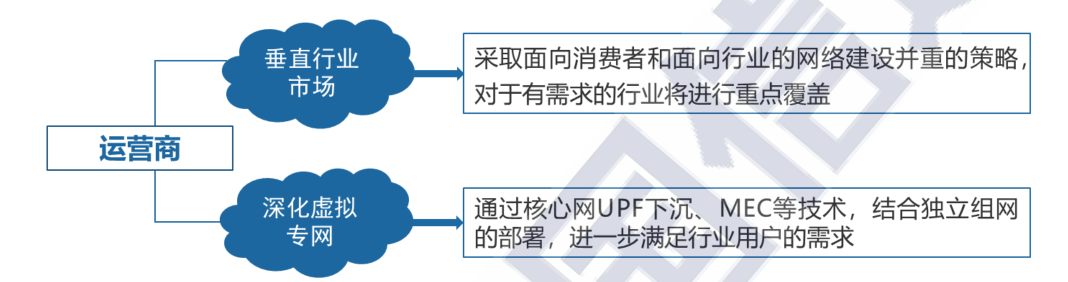
但总体而言，**未来2-3年我国5G商用发展仍处于有利的时机**，政策红利仍将持续，企业投资意愿依然高涨，行业客户对5G的接受程度将逐渐提高。必须充分把握这一机遇期，加快5G网络建设、应用创新、技术支撑、产业发展，支撑5G整体全面升级，真正成为新型基础设施的领头羊，推动人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术向各行各业广泛扩散，产生更多的新产品、新业务、新服务，促进数字经济全面发展。

（二）5G网络逐步实现广域覆盖

未来2-3年我国5G网络建设仍将呈持续推进趋势。目前5G网络建设已进入规模部署阶段，这阶段以网络的广覆盖、深覆盖为主，主要目标是覆盖全国的城市、县城和主要城镇，并不断加强室内覆盖。从3G/4G发展经验看，这一阶段从开始商用到进入深度覆盖期，一般需要3-4年。11月20日，中国移动宣布将加大5G投入，2021年实现全国市、县城区及部分重点乡镇良好覆盖。预计2021年运营商将逐步停止4G网络大规模建设，将建设重心完全放在5G网络，5G基站建设将持续推进。

从组网方式来看，我国基础电信企业5G网络建设仍然将以独立

组网为目标加快推进，预计明年独立组网将实现全面规模商用。从建设策略上来看，未来 2-3 年运营商将以发展垂直行业市场为契机，进一步开拓行业应用市场，采取面向消费者和面向行业的网络建设并重的策略，对于有需求的行业将进行重点覆盖。同时，运营商也将进一步深化 5G 虚拟专网的建设，完善解决方案，通过核心网用户面下沉、MEC 等技术，结合独立组网的部署，进一步满足行业用户对安全、可靠性、低时延等需求。



来源：中国信息通信研究院

图 9　未来 2-3 年 5G 组网策略

（三）消费级应用有望进入成长期

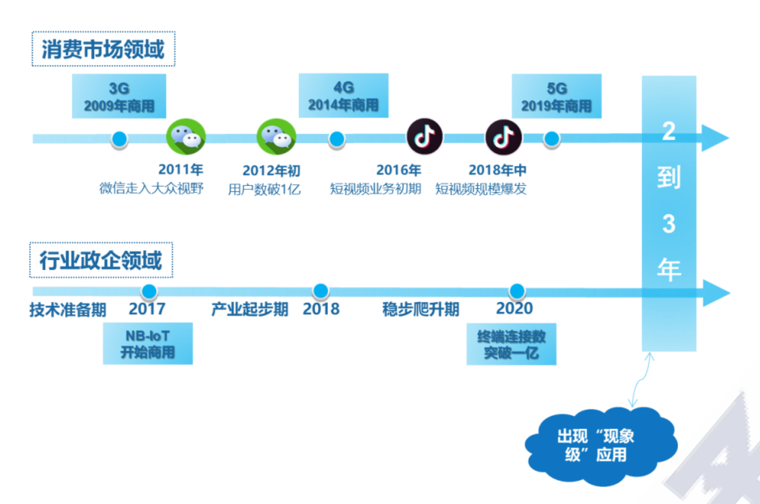
从移动通信发展历程看，网络建设和用户、应用的发展紧密相关，三者之间不是平行发展的，而是呈现出网络、用户、应用次第发展的关系。从消费级市场看，应用的爆发式增长会迟滞于网络的规模建设和用户的规模增长。3G 时期我国运营商 2009 年开始大规模建网，2010 年微信应用在市场上出现，到 2012 年微信才规模爆发、日活用户上亿。4G 时期我国运营商从 2014 年开始规模建网，到 2016 年短视频业务才进入大众视野，而到 2018 年年中短视频应用开始规模爆发、抖音用户超过 1.5 亿。此外，我国 3G/4G 的消费级应用创新都是基于智能手机这一成熟的终端平台，5G 消费级应用的拓展将引入新

的终端平台，需要 VR/AR 终端、云终端和泛终端的成熟。**据此预计，具有 5G 特性的消费级创新应用可能在 2022-2023 年规模增长。**

（四）行业应用仍将处于导入期

5G 行业应用规模增长期预计将在 2023 年后出现。与消费级应用相比，行业应用开发门槛高、复杂性强、定制化程度高、企业决策时间长，要寻找到可大规模商用和复制推广的应用，需要的时间也会更长。回顾 NB-IoT 的发展历程，从 2017 年 NB-IoT 开始商用到 2020 年 NB-IoT 终端连接数突破 1 亿，花了 3 年时间。5G 比 NB-IoT 更为复杂，导入时间也会更长。

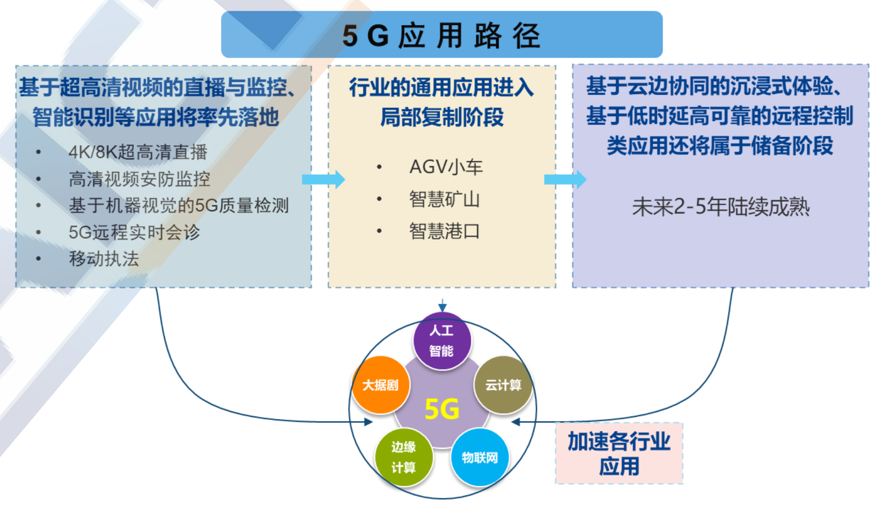
2021-2023 年仍将是 5G 行业应用的导入期，行业应用将分批次逐步落地商用。2021-2022 年，预计基于超高清视频的直播与监控、智能识别等应用将率先落地，如 4K/8K 超高清直播、高清视频安防监控、基于机器视觉的 5G 质量检测、5G 远程实时会诊、移动执法等；行业的通用应用如 AGV 小车、智慧矿山、智慧港口开始进入局部复制阶段。基于云边协同的沉浸式体验、基于低时延高可靠的远程控制类应用还将属于储备阶段，将在后续 2-5 年中陆续成熟。5G 应用将呈现从外围环节向行业核心领域扩展的趋势。以工业物联网为例，5G 等技术在工厂内的应用正逐步从质量检测、产线巡检等外围环节向协同制造等核心环节扩展，逐步成为新旧动能转换的重要驱动力量。



来源：中国信息通信研究院

图 10 移动应用消费及行业领域发展历程

同时，5G 还会加速人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术的扩散速度。5G 应用带来的不仅仅是 5G 连接和终端，更为重要的是海量数据将通过 5G 网络上传到云端，通过大数据、人工智能等技术处理，形成数据资产、成为生产关键要素，并在生产的各个环节中加速流通，作为企业生产、销售、决策的重要依据。目前大部分 5G 应用都已经与各类 ICT 技术相结合，形成解决方案，随着 5G 应用的普及，未来这些技术在各行业的应用速度将进一步加速。



来源：中国信息通信研究院

图 11 5G 行业应用路径

（五）行业应用技术支撑能力显著提升

未来 2-3 年面向行业应用，5G 网络技术将在车联网增强、超高可靠低时延、高精度定位、虚拟专网等方面更加突出，提升整体技术支撑能力。

一是车联网增强技术。R16 车联网主要面向车-车间通信，构建低时延高可靠通信技术框架。R17 标准一方面增强车-车链接的容量和覆盖，另一方面研究新应用场景，如车-人、车-路间通信等，研究内容包含载波聚合、毫米波链路、多天线、车车中继和车网中继等。此外，车车间直通链路设计将进一步扩展应用到终端间直通链路，支持公共安全、商用场景等应用。

二是超高可靠低时延通信。超高可靠低时延通信是 5G 典型应用场景之一，R16 版本引入了保证低时延需求的技术方案和保证数据传输可靠性的方案。其中，保证低时延需求的技术方案主要包括支持多种参数集、灵活的传输时间、自包含时隙调度和 HARQ-ACK 反馈、多业务复用、免调度传输、灵活的 PDCCH 搜索空间配置等；保证高可靠性需求的设计包括针对性的 MCS/CQI 表格、PDCCH 可靠性保障等。R16 版本可以支持多种类型的超高可靠低时延通信应用场景，包括工业自动化、远程驾驶等运输业应用、电力分配等。

三是毫米波技术。5G 需要支持高达 20Gbps 的峰值传输速率，而中低频段频谱资源紧张，无法满足极高速率的频谱需求，毫米波频段的优势在于拥有极其丰富的频谱资源，可显著提升传输性能，更好地满足 AR/VR、高清视频等增强移动宽带新型业务需求。同时，毫米波

频段支持采用更大的子载波间隔和更短的时隙，可有效降低空口时延，满足车联网、智能制造等低时延高可靠应用场景需求。R16 版本扩展了毫米波应用场景，重点优化了信道反馈以降低开销、优化了毫米波多波束操作、支持多 TRP 传输，提升 eMBB 吞吐量性能和 URLLC 可靠性等。

四是 5G 高精度定位技术。众多 5G 垂直行业应用发生在室内场景，在室内场景传统的卫星导航定位技术失效。此外，大量的垂直行业对定位的要求精度较高，达到亚米级，因而需要设计基于 5G 技术架构的室内高精度定位技术。和室外定位相比，室内定位面临很多独特的挑战，比如说室内的环境动态变化性强，传播路径复杂，室内布局多样性，需要更高精度来分辨信号不同的特征。需要研究新的方案，如载波相位和 OTDOA 的定位技术等，重点研究定位参考信号设计、信号资源映射、定位流程设计、快速搜索方案、时间和频谱同步方法等。

五是虚拟专网技术。5G 行业虚拟专网的最终目标是要实现 5G 网络低成本、高价值地下沉到行业企业，未来其关键支撑技术包括网络分流技术、网络切片技术、边缘计算技术、网络能力开放技术、5G LAN 技术等。**网络分流技术**实现了数据不出园区等安全需求，目前网络分流技术主要包括 DNN/切片方式、UL CL 方式、Branching Point 方式以及 LADN（Local Area Data Network）方式。**网络切片**是 5G 行业虚拟专网提供特定网络能力的、端到端逻辑专用网络的关键技术。网络切片通过切片标识 S-NSSAI 实现核心网、无线接入网、传输承载网、

终端等各领域的端到端拉通，将各专业领域的切片资源关联在一起，从而构成信令面和管理面的全流程。**边缘计算**（MEC）通过靠近用户处理业务，配合内容、应用与网络的协同，提供低时延且安全可靠的服务，达成 5G 行业虚拟专网极致的用户体验。目前，MEC 关键技术主要包括计算卸载技术、无线数据缓存技术、基于 SDN 的本地分流技术以及基于 MEC 的网络能力开放等。**网络能力开放**由 5G 行业虚拟专网服务能力平台面向行业客户进行开放，为行业客户提供自服务能力、自运维能力、自管理等能力。5G 网络能力开放服务平台提供网络能力的封装、调度、鉴权、管理等功能，以 API 方式向上层应用开放 5G 网络能力，实现应用层对网络的灵活调度与使用。5G LAN 在满足工业终端通过 5G 网络进行通信的同时，也可以解决终端之间二层互通的诉求。行业终端之间通过 5G LAN 进行二层互通，降低了通信时延，避免了终端在二层组网情况下的安全隔离问题，提升了终端组网的灵活性。

（六）更多新产品将迎来发展机遇

未来 2-3 年，5G 产业将出现更多新产品、新业态，构建一个更为完整、强健的 5G 产业生态。

行业模组规模放量。目前，全球已有 20 多家供应商提供超过 60 款 5G 模组。预计 2020 年中国 5G 行业模组出货量将近 50 万片，2022 年出货量将达到千万片，行业模组价格有望下降到 40 美元以内。同时，5G 模组向通用化、模块化发展。针对行业特殊需求对模组的环境适应性、功耗及接口等进行优化，实现行业通用化模组是未来 5G

应用的重要诉求。通用性5G模组已成为实现行业低成本使用5G网络的解决措施。

泛终端发展全面提速。5G在三大场景的技术演进推动终端能力全面提升、人机交互方式持续变革，目前5G泛终端种类已达20类，涵盖AR/VR头显、CPE、工业级路由器/网关、无人机、机器人、车辆OBU等众多品类。据GSA数据显示，到2020年10月底，全球已发布251款5G泛终端产品，其中80款已商用。在商用方面，5G泛终端预计将率先在工业、医疗等非成本敏感领域率先普及并迭代演进，并对文化教育、休闲娱乐方式等产生颠覆性变革。在技术方面，5G行业终端本体向轻量化及云化处理发展，终端通过自维护、自感知、自适应的智能化增强以及实现装备互联互通的网联化共同实现协同学习与动态组织优化。在产业方面，中小企业将成为融合终端新生力量，传统ICT厂商提前布局行业融合终端，中小企业及初创企业在云化AGV、云化控制平台和新型传感器等领域迎来发展机遇。云端控制系统有望成为产业竞争焦点。

移动边缘计算MEC加快部署。边缘计算实时性、短时性和区域性特点大大降低了5G数据的传输及响应时间，更保障了数据的安全性、私密性。在2020年的5G应用项目中，MEC技术已经成为5G网络部署的关键，特别是通用型、轻量型设备和产品将是未来的发展重点。运营商、互联网企业及ICT解决方案商都将在这个领域开展竞争，进一步推动MEC的网络部署。IDC统计数据显示，未来超过50%的数据需要在网络边缘侧分析、处理与储存，边缘计算市场预计超过

万亿。Fior Markets 发布的报告预测，2020-2027 年边缘计算将以 26.5%的复合年增长率增长。

行业使能平台逐渐成长。5G 和云服务结合，可以推动很多共性能力统筹建设、共享服务。为方便向行业用户提供通用能力，满足行业的共性需求，越来越多的行业使能平台将会出现，提供云计算、边缘计算、大数据、人工智能等通用的数据处理、挖掘、分析能力，用来满足各行业对定位、渲染、语音语义识别、图形识别等相对共性的需求。例如，中国电信的基于 5G MEC 的分布式通用机器视觉平台，将原来的视觉检测识别算法任务调整到 MEC 上执行，加快视觉算法的优化。中国移动 5G 联创中心孵化教育云 XR 项目，在 MEC 边缘云上实现了 VR 教育业务的本地分流，云 VR 培训利用该平台的云 VR 渲染和 AI 智能识别技术实现交互式体验，为学生带来了全景图片、全景视频和 3D 模型等丰富的沉浸式 VR 教学体验。未来，随着 5G 行业应用的深入，将会有更多行业使能平台出现并获得成长。

四、促进 5G 产业持续健康发展的建议

（一）适度超前建设网络，打造创新扩散坚实基础

一是尊重技术演进、网络建设、市场和应用发展的规律，稳步推进 5G 基础设施建设。根据技术标准和产品设备成熟进展合理安排网络建设周期，不断升级完善网络能力。坚持适度超前原则，匹配应用的发展路径和节奏，稳步推进网络建设，形成“以建促用、以用促建”的良性发展模式。二是多措并举降低 5G 网络建设和运营成本。持续

推动5G共建共享和异网漫游，有效促进行业降本增效。不断优化5G网络建设环境，加大基站站址资源支持，落实跨行业共建共享，推进公共机构和区域对5G建设予以开放。加快节能技术研发和应用推广，通过转改直等方式统筹降低5G用电成本。三是加强垂直行业网络建设。结合应用场景在重点行业推进5G专网建设，开展核心技术及设备研发，探索多样化行业专网建设及运营模式。大力推进5G行业虚拟专网试点和建设。

（二）持续加强研发创新，保持技术产业支撑优势

遵循产业迭代升级发展规律，坚持创新驱动，加强基础和应用研究，推动产业链进一步成熟壮大。一是持续推进 5G 增强技术研发，推动端到端网络切片、边缘计算、行业虚拟专网、大带宽毫米波、高精度定位等技术和产品的成熟，不断增强产业基础支撑能力。二是加快推动5G泛智能终端规模化发展。加强5G模组的标准化和产业化研究，加快低成本5G模组研发。推动各类5G终端开发，促进各类5G终端比例提升，打造多体系、多形态、多层次的5G终端产品，满足多样化需求。三是推动5G与其他信息技术的深度融合。统筹规划和部署5G网络基础设施与数据中心、边缘计算、内容分发网络等应用基础设施，以5G带动物联网、工业互联网等新型基础设施的发展，加强基于5G的云计算、大数据、人工智能、区块链的行业使能平台和解决方案研发。

（三）积极构建融合生态，支持行业应用培育推广

加强 ICT 企业与各垂直行业的合作，建设多方共同参与的 5G 应用发展生态。一是加强 5G 示范应用的宣传与推广。利用“绽放杯”5G 应用征集大赛等活动，汇集优秀 5G 应用示范案例，客观宣传 5G 应用的创新做法和成效。二是鼓励垂直行业组织和龙头企业协同推进跨产业链合作，紧密围绕产业上下游关键缺失环节和核心技术领域做好战略性布局。三是发挥 5G 应用产业方阵作用，推动联盟和行业协会开展广泛的行业协作和对接，共同推动行业应用产品研发，培育一批优秀的行业应用解决方案提供商，打造跨行业协同的 5G 应用生态系统。四是积极推动产学研一体化和产业成果转化，培育一批既懂 5G 通信技术又懂行业专业技术的复合型人才。

此外，作为技术创新最活跃的领域之一，信息通信行业也是对行业监管改革要求最迫切的领域之一，建议持续深入“放管服”改革，兼顾多元化企业主体，根据 5G 产业及应用发展特点，制定分级分类的监管规则和标准，为新兴产业提供开放包容的政策环境。同时应加强跨行业、跨部门的联动，建立 5G 应用安全体系，推动各领域在技术、标准、管理等方面充分对接。

适度超前建设网络 打造创新扩散坚实基础

- 尊重技术演进、网络建设、市场和应用发展的规律，稳步推进5G基础设施建设
- 多措并举降低5G网络建设和运营成本
- 加强垂直行业网络建设

持续加强研发创新 保持技术产业支撑优势

- 持续推进5G增强技术研发，推动相关技术和产品成熟，不断增强产业基础支撑能力
- 加快推动5G泛智能终端规模化发展
- 推动5G与其他信息技术的深度融合



积极构建融合生态 支持行业应用培育推广

- 加强5G示范应用的宣传与推广
- 鼓励垂直行业组织和龙头企业协同推进跨产业链合作
- 推动联盟和行业协会开展行业协作和对接
- 积极推动产学研一体化和产业成果转化

持续强化政策支持 营造开放包容发展环境

- 制定分级分类的监管规则和标准，为新兴产业提供开放包容的政策环境
- 加强跨行业、跨部门的联动，建立5G应用安全体系，推动各领域在技术、标准、管理等方面充分对接

来源：中国信息通信研究院

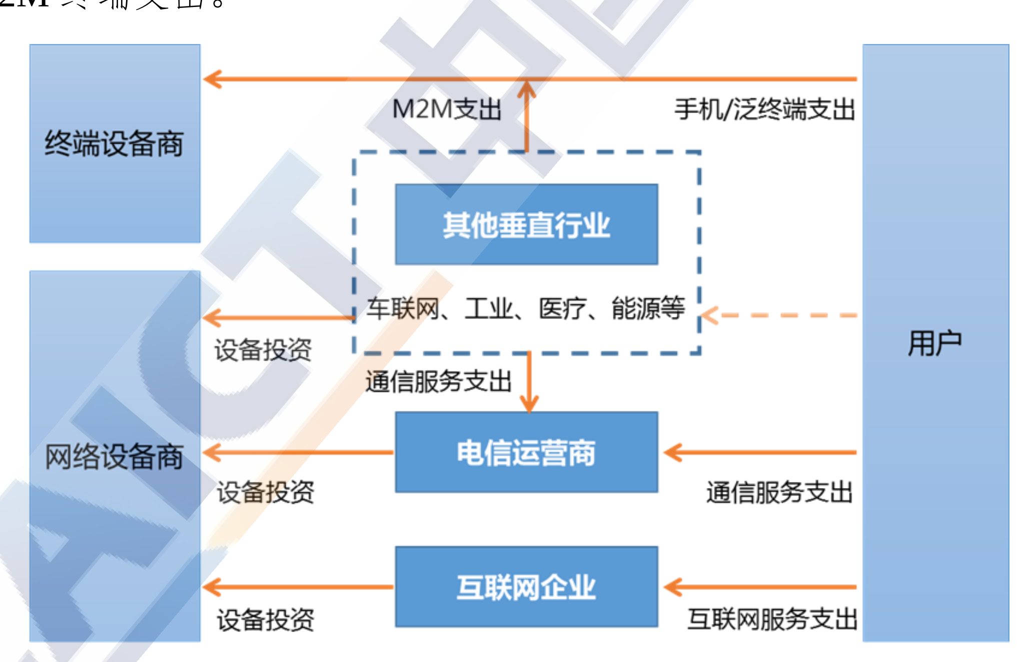
图 12 促进 5G 产业健康发展的建议

附件：5G 对经济社会影响的测算方法说明

本报告采用国民经济核算的生产法测算 5G 对经济社会影响。

1、测算范围的说明

在测算范围上主要考虑三大部门的收入增长情况。对于电信运营商，主要考虑其通信服务收入，包括来自用户的通信流量支出和其他垂直行业的通信服务支出。对于互联网企业，主要考虑其信息服务收入，包括来自用户在移动视频、网络游戏等典型业务上的支出。对于设备制造商，考虑两类收入，一类是网络设备收入，主要是来自电信运营商、互联网企业以及其他垂直行业的网络设备投资，另一类是终端设备收入，主要是来自用户的手机/泛终端支出和其他垂直行业的 M2M 终端支出。



来源：中国信息通信研究院

图 13 5G 经济社会影响测算范围

2、测算模型的说明

本报告主要采用两类模型进行测算。在直接经济社会贡献方面，

本报告针对纳入测算范围的三大部门测算各个部门在 2020 年的收入增长情况，然后根据各部门的增加值率计算其经济贡献。在间接经济社会贡献方面，本报告基于 2017 年国家投入产出表测算各部门经济活动的间接拉动系数，结合前述直接经济贡献测算结果，得到 5G 对经济社会的间接拉动效应。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010- 62300042

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

